

INTERPRETASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN MENGUNAKAN METODE MAGNETIK (DAERAH SEKITAR SUNGAI OYO YOGYAKARTA)

Dewi Saroh Muzhaffar¹⁾, M Irham Nurwidyanto¹⁾ dan Udi Harmoko¹⁾

*¹⁾ Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang
E-mail: dewisarohmuzhaffar@st.fisika.undip.ac.id*

ABSTRACT

Magnetic survey has been carried out in the area of Central Java DI Yogyakarta, around Oyo River, aims to interpret the subsurface structure of the fault zones surrounding Patuk, Dlingo and Playen district. In this study, magnetic data acquisition was carried out in 70 points by using a PPM (Proton Precession Magnetometer) geometrics 856X models to get the values of the total magnetic field. Data Processing began with International Geomagnetic Reference Field (IGRF) to get the total magnetic anomaly. The total magnetic anomaly contour created by using Surfer that has been used to process upward continuation and then made reduction to the poles. The result of research showed the magnetic anomaly closure pair of positive and negative indicated a fault zone below the surface. The closure pair of positive and negative close to Oyo River was made an incision to determine the subsurface structure of the region by creating a model of 2-dimensional (2D) and a model of 3-dimensional (3D). In 2D modelling result show that there was a fault zone at 650 meters depth at the x coordinate 444942(UTM). It is characterised by changes on the contrast susceptibility values 0.3241 and 0.3225 on the third layers. The interpretation was reinforced by the result of 3D modelling in the area. The fault suspected to be around around Oyo River, Gunung Kidul with north-south direction.

Keywords: *total magnetic field anomaly, susceptibility, fault*

INTISARI

Survei magnetik telah dilakukan di sekitar sungai Oyo Daerah Istimewa Yogyakarta yang bertujuan untuk mengetahui struktur bawah permukaan di daerah tersebut. Daerah penelitian meliputi Kecamatan Patuk, Dlingo dan Kecamatan Playen, Kabupaten Gunung Kidul. Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran sebanyak 70 titik menggunakan satu set Proton Precession Magnetometer (PPM) Geometrics 856X untuk mendapatkan nilai medan magnetik total. Pengolahan diawali dengan koreksi *International Geomagnetic Reference Field* (IGRF) untuk mendapatkan anomali medan magnet total. Anomali medan magnet total kemudian dibuat peta kontur yang nantinya akan digunakan untuk proses pengangkatan ke atas dan reduksi ke kutub menggunakan *software surfer dan magpick*. Hasil penelitian berupa peta anomali medan magnet yang menunjukkan pasangan klosur positif negatif yang mengindikasikan adanya anomali di daerah penelitian. Pasangan klosur tersebut berada di dekat Sungai Oyo, kemudian dibuat sayatan untuk mengetahui struktur bawah permukaan di daerah tersebut dengan membuat model 2 dimensi menggunakan Mag2DC dan model 3 dimensi menggunakan Mag3D. Pada pemodelan 2 dimensi diinterpretasikan terdapat struktur bawah permukaan berupa patahan di kedalaman 650 meter pada koordinat x 444942 (UTM) yang ditandai dengan perubahan nilai kontras suseptibilitas yaitu 0,3241 dan 0,3225 pada lapisan batuan ketiga. Penafsiran tersebut diperkuat dengan hasil pemodelan 3D. Struktur berupa patahan yang diduga berada di sekitar Sungai Oyo, Kabupaten Gunung Kidul berarah utara-selatan.

Kata kunci: *anomali medan magnet total, suseptibilitas, sesar*

PENDAHULUAN

Gempa bumi berkekuatan 5,9 skala richter yang terjadi di Provinsi D.I Yogyakarta pada pukul 05.55 WIB tanggal 27 Mei 2006 lalu yang mengakibatkan kerusakan besar di daerah Yogyakarta, gempa bumi tersebut telah menimbulkan banyak korban jiwa serta meluluh lantakan fasilitas pemerintah daerah. Penyebab gempa bumi di Yogyakarta tersebut diduga karena adanya pergerakan lempeng tektonik Indo-Australia dan Eurasia serta penekukan jalur subduksi di Samudera Hindia yang terletak 37 km di Selatan kota Yogyakarta pada kedalaman 33 km. Gelombang gempa yang di akibatkan dari patahan lempeng tektonik merambat ke segala arah dan menyebabkan sesar aktif di wilayah Yogyakarta mengalami deformasi^[1].

Gempa di Yogyakarta 2006 silam juga diduga merupakan akibat dari aktivitas sesar aktif yang berada pada jarak 10 – 20 km di sebelah timur lokasi Sesar Opak, yang lintasannya sejajar dengan Sesar Opak, di sekitar Sungai Oyo, sesar ini disebut Sesar Oyo^[2]. Di sebelah selatan tepatnya disekitar Panggang (Gunung Kidul), Sesar Oyo berpotongan dengan sesar lain, sesar itu merentang dari Panggang ke arah barat laut hingga menjangkau bukit-bukit di Sentolo (Kulon Progo), sesar ini disebut dengan Sesar Siluk. Sesar Oyo dan Sesar Siluk di perkirakan sebagai sumber gempa bumi di Yogyakarta dan Jawa Tengah pada 27 Mei 2006 karena lokasi Sesar Oyo dan Sesar Siluk berkorelasi dengan lokasi gempa susulan, tepi selatan dari Sesar Oyo dan ujung timur Sesar Siluk juga berdekatan dengan posisi dari episentrum gempa utama pada tanggal 27 Mei 2006^[3].

Tujuan penelitian menginterpretasikan struktur bawah permukaan di daerah sekitar

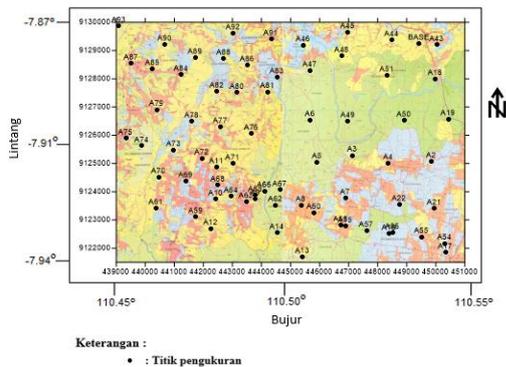
Sungai Oyo dengan melakukan pemodelan dari data magnetik yang diperoleh saat pengukuran di lapangan.

Metode magnetik merupakan salah satu metode geofisika yang digunakan untuk mengklarifikasi struktur bawah permukaan bumi yang di dasarkan pada pengukuran variasi intensitas medan magnetik di permukaan bumi yang disebabkan adanya variasi distribusi (anomali) benda yang termagnetisasi di bawah permukaan bumi, perbedaan nilai anomali magnetik yang cukup besar dapat mengidentifikasi adanya sesar^[4]. Metode magnetik sering digunakan dalam eksplorasi pendahuluan minyak bumi, gas dan batuan mineral serta penelitian panas bumi. Metode ini memiliki pengoperasian yang relatif sederhana serta mudah dan cepat jika dibandingkan dengan metode geofisika lainnya.

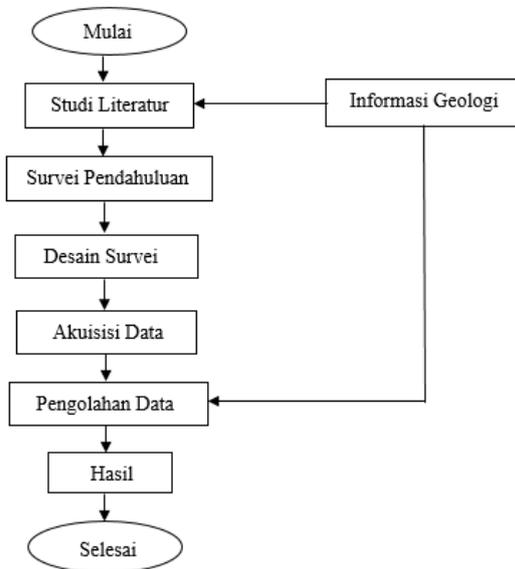
METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, alat yang digunakan adalah Satu set PPM (*Proton Precision Magnetometer*) *geometrics* 856X yang digunakan untuk mengukur nilai medan magnet di daerah penelitian, kompas geologi, gps, dan beberapa perangkat lunak seperti *Surfer 11*, *Magpick*, *Mag2DC* dan *Mag3D*. Penelitian ini difokuskan pada daerah sekitar Sungai Oyo, dengan pengambilan data 70 titik dan jarak antar titik 500-2000m, desain survei titik pengukuran pada daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.

Langkah-langkah penelitian dimulai dengan membuat desain survei yang mengacu pada informasi geologi, dilanjutkan dengan akuisisi data di lapangan. Data yang diperoleh dari lapangan tersebut kemudian diolah dan dimodelkan yang juga mengacu pada informasi geologi. Diagram tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.1 Titik pengukuran daerah penelitian (Bakosurtanal, 1998)



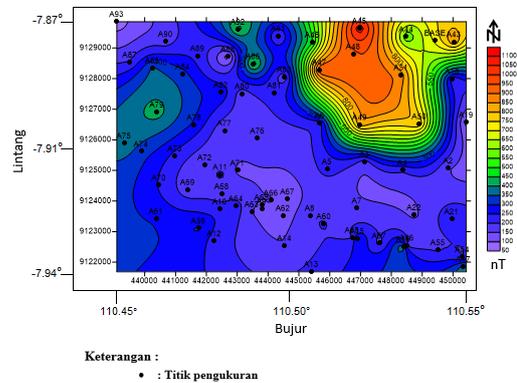
Gambar 3.2 Diagram Tahapan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data anomali magnetik di peroleh dari data medan magnet total yang telah dikoreksi, koreksi dilakukan untuk mengurangi efek medan magnet utama dan medan magnet luar. Hasil dari data anomali medan magnet ini berupa peta kontur anomali yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Peta kontur anomali masih terpengaruh oleh efek lokal dan regionalnya, oleh karena itu dilakukan beberapa filter untuk mengurangi

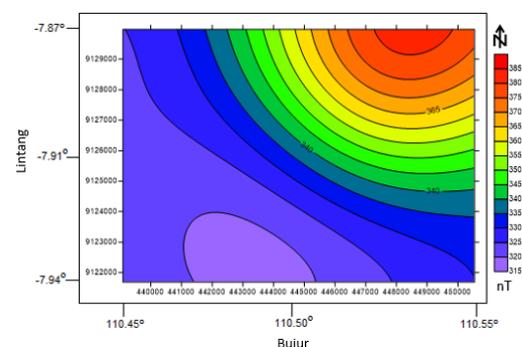
ambiguitas dan memudahkan saat interpretasi. Beberapa filter yang digunakan pada metode ini adalah kontinuitas ke atas, reduksi ke kutub dan *second vertical derivative*.



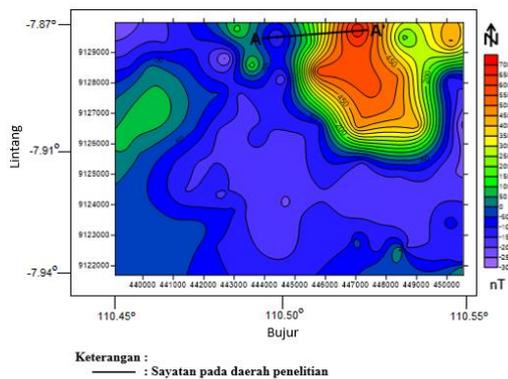
Gambar 4.1 Peta kontur anomali medan magnet

Kontinuitas ke Atas

Filter kontinuitas ke atas bertujuan untuk mengurangi *noise* dan memperjelas efek regional dengan memisahkan efek lokal dan regionalnya. Hasil dari filter ini berupa peta kontur anomali regional dan peta kontur anomali residual. Pengangkatan ini dilakukan setinggi 5500 meter karena pada pengangkatan setinggi 5500 meter efek regional sudah terlihat lebih jelas dan *smooth*. Pada penelitian ini dilakukan sayatan pada peta kontur anomali residual karena target utama dari penelitian ini menginterpretasi struktur bawah permukaan yang bersifat lokal. Peta kontur anomali yang telah di kontinuitas ke atas ditampilkan pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3.



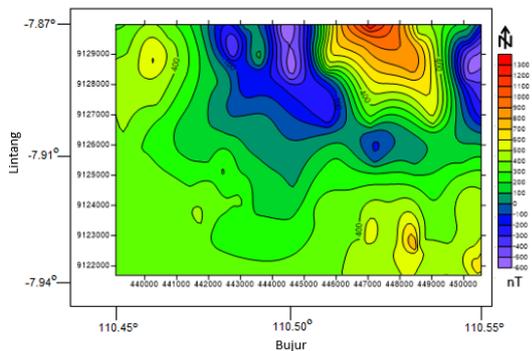
Gambar 4.2 Peta kontur anomali regional



Gambar 4.3 Peta kontur anomali residual

Reduksi ke Kutub

Reduksi ke kutub merupakan filter yang di gunakan untuk mengurangi efek dwikutub pada daerah penelitian dengan mengubah inklinasi benda menjadi 0° dan deklinasinya menjadi 90°. Hasil dari filter ini terlihat klosur positif dan klosur negatif menjadi lebih jelas dan dapat memudahkan saat interpretasi. Peta kontur hasil reduksi ke kutub di tampilkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Peta kontur setelah di reduksi ke kutub

Second Vertical Derivative (SVD)

SVD merupakan filter yang digunakan untuk mengidentifikasi jenis patahan (naik, tutun, atau mendatar), hal tersebut dapat diketahui dari nilai SVD maksimum dan minimumnya dimana jika nilai SVD maksimum lebih besar dibandingkan nilai SVD minimumnya maka struktur tersebut merupakan sesar turun, begitupun sebaliknya^[5]. Hasil dari filter ini merupakan

profil SVD hasil sayatan pada peta kontur SVD yang sesuai dengan sayatan pada peta kontur anomali residual. Profil SVD ditampilkan pada Gambar 4.5.

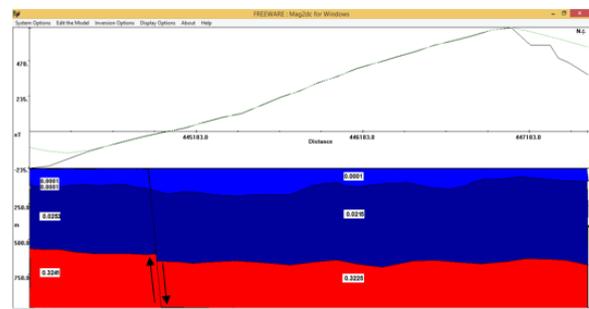


Gambar 4.5 Profil Second Vertical Derivative (SVD)

Profil SVD menunjukkan bahwa nilai SVD maksimum lebih besar dibandingkan nilai SVD minimumnya yang dapat di simpulkan bahwa struktur bawah permukaan daerah penelitian diduga sesar turun.

Pemodelan 2 dimensi

Pemodelan 2 dimensi didasarkan pada keakuratan nilai misfit (*error*). Semakin kecil misfit (*error*) maka semakin akurat pemodelan yang dibuat. Pemodelan dengan sayatan diharapkan dapat menjelaskan struktur bawah permukaan yang berupa struktur sesar yang diduga sebagai penyebab anomali. Pemodelan yang dibuat hasil sayatan A-A' yang ditarik dari arah Barat ke Timur pada peta kontur anomali residual. Pemodelan hasil sayatan A-A' ditampilkan pada Gambar 4.6.



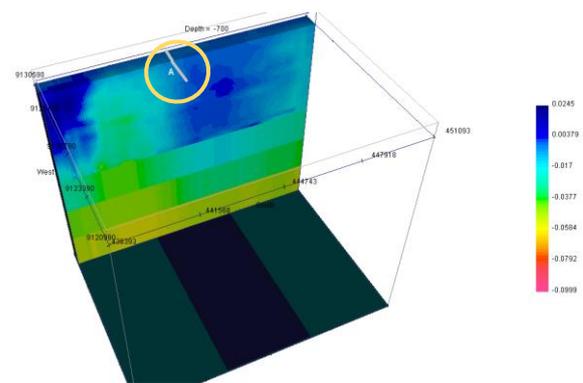
Gambar 4.6 Hasil pemodelan 2 dimensi sayatan A-A'

Berdasarkan pemodelan diatas, daerah sayatan A – A' tersusun atas 3 lapisan batuan, lapisan pertama terdiri dari batuan yang memiliki nilai kontras suseptibilitas yaitu 0,0001 hingga kedalaman 180 m dari permukaan yang terdiri dari batu gamping napalan dan perselingan batupasir tufan dan batu lanau, lapisan ini merupakan lapisan dari formasi Wonosari dan pada lapisan ini belum tampak adanya pergeseran batuan. Pada lapisan kedua pemodelan terdiri dari 2 batuan dengan nilai suseptibilitas yang berbeda. Lapisan kedua ini terdiri dari batu lempung (*claystone*). Lapisan ini merupakan lapisan dari formasi Sambipitu. Pada batuan pertama memiliki nilai kontras suseptibilitas sebesar 0,0253 yang berada pada kedalaman 113 m hingga 602 m, sedangkan batuan kedua yang berada pada kedalaman 100 m hingga 680 m memiliki nilai kontras suseptibilitas 0,0215. Pada lapisan kedua ini terlihat batuan kedua relatif bergeser terhadap batuan pertama pada kedalaman 150 m. Lapisan batuan yang ketiga juga terdiri dari 2 batuan dengan nilai kontras suseptibilitas yang berbeda. Lapisan ketiga ini terdiri dari aglomerat dan breksi gunung api dengan sisipan batu pasir tufan. Lapisan ini merupakan lapisan dari formasi Nglanggran. Pada batuan pertama memiliki nilai kontras suseptibilitas sebesar 0,3241 yang berada pada kedalaman 579 m hingga 1000 m, dan batuan kedua memiliki nilai kontras suseptibilitas 0,3225 yang berada pada kedalaman 650 m hingga 1000 m. Pada lapisan ketiga ini terlihat terjadinya pergeseran antara batuan pertama dengan batuan kedua 650 m, yang diduga merupakan struktur bawah permukaan berupa struktur sesar dengan jenis sesar turun (*normal fault*).

Pemodelan 3 dimensi

Pemodelan 3 dimensi bertujuan untuk mengetahui gambaran bawah permukaan berdasarkan kedalaman secara 3 dimensi. Pemodelan dalam bentuk 3 dimensi ini diharapkan dapat menjelaskan mengenai struktur bawah permukaan yaitu berupa

struktur sesar di daerah penelitian. Dalam menentukan keberadaan struktur bawah permukaan, perbedaan warna pada pemodelan ini sangat mempengaruhi karena perbedaan warna menunjukkan perbedaan nilai kontras suseptibilitas batuan, semakin jelas kontras warna yang dihasilkan, maka akan semakin jelas terlihat struktur bawah permukaan daerah penelitian. Model 3D data anomali medan magnet ditunjukkan pada Gambar 4.7 dalam bentuk berupa sebuah balok dengan koordinat X, Y dan Z. Sumbu X merupakan bujur (UTM) dibagian selatan, sumbu Y merupakan lintang (UTM) dibagian barat, dan sumbu Z merupakan lapisan dibawah permukaan bumi atau kedalaman (meter). Nilai *colour scale* pada model 3D menggambarkan nilai kontras suseptibilitas batuan pada daerah penelitian.



Gambar 4.7 Model 3D data anomali medan magnet

Pada pemodelan ini perbedaan warna pada gambaran bawah permukaan tampak terlihat dari sisi kedalaman. Berdasarkan hasil dari sayatan pengangkatan ke atas (*upward continuation*) mengindikasikan di lokasi tersebut terdapat struktur bawah permukaan berupa patahan. Garis A menandai daerah yang diduga terdapat struktur bawah permukaan, dilihat dari kedalaman 750 m pada posisi Y 9129790 (UTM) dan posisi X 444093 hingga 445093 (UTM). Pada pemodelan yang di lihat dari sisi kedalaman terdapat perbedaan warna yang menunjukkan adanya perbedaan nilai kontras suseptibilitas, perbedaan nilai

tersebut mengindikasikan adanya struktur berupa patahan di daerah penelitian. Dari hasil penelitian ini, dugaan sesar ditunjukkan dengan adanya penurunan kedudukan lapisan batuan. Batuan yang patah telah mengalami deformasi (mengalami perubahan bentuk) disebabkan oleh gaya yang bekerja pada batuan tersebut. Daerah penelitian merupakan daerah yang termasuk dalam wilayah distribusi gempa susulan. Berdasarkan pengolahan data Mag2DC dan Mag3D di atas di daerah penelitian dijumpai adanya struktur bawah permukaan yang diduga sebagai sesar bawah permukaan, sesar tersebut dapat diketahui keberadaannya dengan menggunakan metode magnetik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pengolahan data hingga pemodelan dapat diperoleh kesimpulan :

1. pemodelan 2 dimensi memiliki hasil yang menunjukkan bahwa struktur berupa patahan terdapat pada kedalaman 650 m pada koordinat x 444942 (UTM) dan koordinat y 9129477 hingga 9129794 (UTM) berdasarkan posisi sayatan, didukung dengan hasil pemodelan 3 dimensi dan SVD.
2. Hasil pengolahan data dan interpretasi daerah penelitian menunjukkan adanya struktur geologi yang diduga berupa sesar turun (*normal fault*) di bawah permukaan dan dapat diketahui keberadaannya menggunakan metode magnetik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Hamid, A., 2007, *Gempabumi Tektonik Di Yogyakarta Dan Sekitarnya Serta Bencana Alam Lainnya. Makalah, Pengabdian Pada Masyarakat*, Yogyakarta: FMIPA UNY.
- [2]. Walter, TR, Wang R, Leuher, BG, Wassermann J, Behr, Y, Parolai S, Anggraini A, Gunther E, Sobiesiak, M, Grosser H, Wetzel HU, Milkereit, C PJ, Sri Broto Puspito, K, P Harjadi, Zcshau, J., 2008, *The 26 May Yogyakarta Earthquake of magnitude 6.4 south of Merapi Vulcano: did lahar deposits amplify ground shaking and Tus lead to the disaster ?*, G3, Volume 9, Number 5, May 15, 2008 ISSN: 1525-2027. Published by AGU and the geochemical Society.
- [3]. Nurwidyanto, M.I., Brotopuspito, K.S., Sismanto, Waluyo, 2014, *The Sub Surface Modelling of Opak Fault Yogyakarta Region with Inversion Method of Gravity Data*, International Journal of Basic & Applied Science IJBAS – IJENS Vol. 14 No. 06.
- [4]. Broto, S., Thomas, T.P., 2011, *Aplikasi Metode Geomagnet Dalam Eksplorasi Panasbumi*, Jurnal Teknik, Vol. 32, No. 1, ISSN 0852-1697.
- [5]. Elkins, T.A., 1950, *The Second Derivative Method of Gravity Intepretation*: Presented at te Annual Meeting of Society of Exploration Geophysicsts at Chicago April 26, 1950.